

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

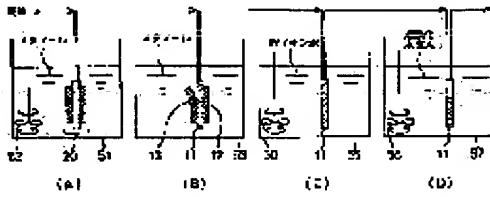
(11)Publication number : 08-171922
(43)Date of publication of application : 02.07.1996(51)Int.CI. H01M 8/04
H01M 8/02(21)Application number : 06-334355 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
(22)Date of filing : 15.12.1994 (72)Inventor : IWASE MASAYOSHI
KAWAZU NARIYUKI

(54) ELECTROLYTIC MEMBRANE RECOVERY METHOD FOR FUEL CELL AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To facilitate the recovery of an electrolytic membrane with no constitution of a fuel cell made complex.

CONSTITUTION: A joint body (electrolytic membrane-electrode joint body) 20 removed out of a solid high polymer type fuel cell 10 is impregnated in an impregnation tank 51 filled with methanol first, and leave it as is for about 10 minutes (indicated by A in the figure). As a result, water contained in the electrolytic membrane 11 of the joint body 20 is substituted by methanol, the electrolytic membrane 11 is swelled up and deformed, and furthermore, the hardened materials of a proton conductive solid high polymer solution joining the electrolytic membrane 11 with electrodes 12 and 13 are dissolved. By this constitution, the adhesion of an interface between the electrolytic membrane 11 and each electrode 12 and 13 is thereby weakened, and the electrolytic membrane 11 is apt to be separated from the electrodes 12 and 13. After that, the electrolytic membrane 11 is separated from the electrodes 12 and 13 (indicated by B in the figure), and subsequently the electrolytic membrane 11 separated by a separation process is impregnated in a substitution tank 55 filled with water, so that methanol contained in the electrolytic membrane 11 is thereby substituted by water. After that, the electrolytic membrane 11 is moved to a cleaning tank 57 filled with hydrogen peroxide water, and cleaned therein.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(4)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-171922

(43)公開日 平成8年(1996)7月2日

(51)Int.Cl.⁶H 01 M 8/04
8/02識別記号 Z
府内整理番号 P 9444-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数13 FD (全20頁)

(21)出願番号 特願平6-334355

(22)出願日 平成6年(1994)12月15日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

岩瀬 正宜

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 河津 成之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

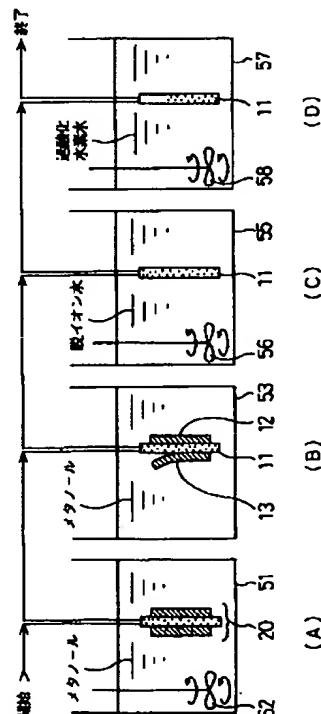
(74)代理人 弁理士 下出 隆史 (外1名)

(54)【発明の名称】- 燃料電池の電解質膜回収方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 燃料電池の構成を複雑にしないで、電解質膜の回収を容易化する。

【構成】 まず、固体高分子型燃料電池10から取り外した接合体(電解質膜-電極接合体)20をメタノールで満たされた浸漬槽51に浸漬して、10分ほど放置する(図中、A)。この結果、接合体20の電解質膜11内の水がメタノールに置換され、電解質膜11が膨張して変形し、更には、電解質膜11と電極12、13とを接合するプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物が溶解される。このため、電解質膜11と電極12、13との界面の接着力が弱くなり、電解質膜11が電極12、13から分離し易くなる。その後、電解質膜11と電極12、13とを分離し(B)、続いて、分離工程で分離した電解質膜11を水で満たした置換槽55に浸し、電解質膜11中のメタノールを水に置換する。その後、過酸化水素水で満たされた洗浄槽57に電解質膜11を移して洗浄を行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、

前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を有する液体中に、前記接合体を浸漬する浸漬工程と、

該浸漬工程の後に、前記電解質膜と電極とを分離する分離工程とを備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項2】 プロトン導電性溶液を用いて接合した電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、
10

前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質を有する液体中に、前記接合体を浸漬する浸漬工程と、

該浸漬工程の後に、前記電解質膜と電極とを分離する分離工程とを備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項3】 請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、

前記液体は、

前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質に加えて、前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を兼ね備える液体である燃料電池の電解質膜回収方法。
20

【請求項4】 請求項1ないし3の内のいずれか記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、
さらに、

前記分離工程の後に、前記電解質膜中に含まれる前記液体を水に置換する置換工程と、

前記置換工程の後に、前記電解質膜を洗浄する洗浄工程とを備えた燃料電池の電解質膜回収方法。
30

【請求項5】 請求項1ないし4の内のいずれか記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、

前記分離工程は、

前記電極を前記電解質膜に対して、ねじる、反らす、ずらす、または回す作業を施す工程を有した燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項6】 請求項1ないし5の内のいずれか記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、

前記浸漬工程は、

前記接合体、または該接合体が浸漬された液体に振動力を付与する振動工程を有した燃料電池の電解質膜回収方法。
40

【請求項7】 請求項1ないし6の内のいずれか記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、
さらに、

前記浸漬工程に先だって、前記接合体を乾燥させる乾燥工程を備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項8】 請求項4記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、
さらに、

前記洗浄工程の後に、前記電解質膜に所定の波長域の光線を照射し、前記電解質膜を透過した光線の強度を測定し、その測定結果に基づき前記置換工程による置換および洗浄工程による洗浄の良否を確認する確認工程を備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項9】 請求項1ないし8の内のいずれか記載の燃料電池の電解質膜回収方法であって、
さらに、

前記浸漬工程の後に、該浸漬工程で使用した液体をろ過することにより、前記電極に担持した触媒の白金成分を回収する白金回収工程を備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項10】 所定の締め付け圧力を加えた状態で電解質膜と電極との接合体を複数収容する燃料電池スタックから電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、

前記燃料電池スタック内でガスシールを確保できる範囲で前記締め付け圧力を弱める工程と、

前記電極に反応ガスを送るガス流路の出口を閉鎖する工程と、

前記ガス流路の入口に、プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質と前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質とを兼ね備える液体を注入する工程と、

前記ガス流路の出口を開放する工程とを備えた燃料電池の電解質膜回収方法。

【請求項11】 燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収装置であって、

前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質と前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質とを兼ね備える液体を貯え、該液体中に前記接合体を浸漬させる浸漬槽と、

前記浸漬槽に浸漬させた後の前記接合体から前記電解質膜と電極とを分離させる分離手段とを備えた燃料電池の電解質膜回収装置。

【請求項12】 請求項11記載の燃料電池の電解質膜回収装置であって、

さらに、

水を貯え、前記分離手段で分離した前記電解質膜を前記水中に浸漬させる水槽と、

洗浄液を貯え、前記水槽に浸漬された後の前記電解質膜を前記洗浄液中に浸漬させる洗浄槽とを備えた燃料電池の電解質膜回収装置。

【請求項13】 所定の性質を有する液体を収容する液槽を備え、燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体を前記液槽に浸漬して、前記接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収装置において、

前記液槽は、配管を介して直列に接続された複数の槽から構成され、

かつ、

前記接合体を浸漬する順が最後になる槽に対して、前記液体の供給源が接続され、前記最後の槽で溢れた液体が前記浸漬する順が低い前の槽に順に流れ込むように構成した燃料電池の電解質膜回収装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、燃料の有しているエネルギーを直接電気的エネルギーに変換する装置として燃料電池が知られている。燃料電池は、通常、電解質膜を挟んで一対の電極を配置するとともに、一方の電極の表面に水素等の燃料ガスを接触させ、また他方の電極の表面に酸素を含有する酸素含有ガスを接触させ、このとき起こる電気化学反応を利用して、電極間から電気エネルギーを取り出すようにしている。燃料電池は、燃料ガスと酸素含有ガスが供給されている限り高い効率で電気エネルギーを取り出すことができる。

【0003】ところで、こうした燃料電池を省資源に低価格で商業化するためには、燃料電池を構成する一部または全部の材料をリサイクルつまり、再利用することが肝要である。しかし、燃料電池は各構成部品が固着しやすいことから、解体して各部品を回収することが困難であった。各構成部品が固着しやすいのは、燃料電池では、電解質膜と一対の電極とを含む単位電池を複数積層し、これを締め付け固定することにより、積層型のスタッツを構成しているためである。

【0004】そこで、電解質膜と電極との境や、電極とその外側部品（セパレータ）との境に離型性層を介在させて、燃料電池の解体を容易なものとした燃料電池が提案されている（特開昭60-20472号公報）。燃料電池の解体を容易とすることで、白金などの有価金属や、その他の部品の回収を実現することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうした従来の技術では、離型性層といった新たな部品を付加する必要があり、燃料電池自身の構成が複雑になる問題を発生した。また、構成が複雑となることで、燃料電池の解体に要する手数が増える問題を招致した。さらに、省資源を目的とするリサイクルのために、新たな材料を設けることは、省資源といった本来の考え方からは違反しているといった問題もあった。

【0006】さらに、前述した従来の技術では、主に白金などの有価金属を回収することを本来の目的としており、電解質膜を回収することについては触れられていない。固体高分子型の燃料電池では、電解質膜が白金以上に高価なこと、電解質膜の廃棄処分が困難なことから、

電解質膜を回収することは有意義である。しかし、固体高分子型燃料電池は現在開発途中の技術であり、現時点では商用規模（工場規模）での量産は行なわれておらず、現に運転に供されている台数もごく僅かであり、かつ、また燃料電池が廃却されるほどの年数も、運転時間も経過していないために、電解質膜の廃棄に関する問題も表面化していない。このため、電解質膜を回収する技術について未だ研究もされていないのが実状であった。

10 【0007】この発明の燃料電池の電解質膜回収方法は、こうした問題点に鑑みてなされたもので、燃料電池の構成を複雑化することなしに、電解質膜の回収を容易化することを目的としている。また、この発明の燃料電池の電解質膜回収装置は、同様に、燃料電池の構成を複雑化することなしに、電解質膜の回収を容易化することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成すべく、前記課題を解決するための手段として、以下に示す構成をとった。

【0009】即ち、本発明の請求項1記載の燃料電池の電解質膜回収方法は、燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を有する液体中に、前記接合体を浸漬する浸漬工程と、該浸漬工程の後に、前記電解質膜と電極とを分離する分離工程とを備えたことを、要旨としている。

【0_0_1_0】請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法は、プロトン導電性溶液を用いて接合した電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質を有する液体中に、前記接合体を浸漬する浸漬工程と、該浸漬工程の後に、前記電解質膜と電極とを分離する分離工程とを備えたことを、要旨としている。

【0_0_1_1】前記請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法において、前記液体は、前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質に加えて、前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を兼ね備える液体とすることが、好ましい（請求項3記載のもの）。

【0_0_1_2】これらの燃料電池の電解質膜回収方法において、さらに、前記分離工程の後に、前記電解質膜中に含まれる前記液体を水に置換する置換工程と、前記置換工程の後に、前記電解質膜を洗浄する洗浄工程とを備えた構成としてもよい（請求項4記載のもの）。

【0_0_1_3】さらに、前記分離工程は、前記電極を前記電解質膜に対して、ねじる、反らす、ずらす、または回す作業を施す工程を有した構成としてもよい（請求項5

記載のもの)。

【0014】前記浸漬工程は、前記接合体、または該接合体が浸漬された液体に振動力を付与する振動工程を有した構成としてもよい(請求項6記載のもの)。

【0015】これら燃料電池の電解質膜回収方法において、さらに、前記浸漬工程に先だって、前記接合体を乾燥させる乾燥工程を備えた構成としてもよい(請求項7記載のもの)。

【0016】さらに、前記洗浄工程の後に、前記電解質膜に所定の波長域の光線を照射し、前記電解質膜を透過した光線の強度を測定し、その測定結果に基づき前記置換工程による置換および洗浄工程による洗浄の良否を確認する確認工程を備えた構成としてもよい(請求項8記載のもの)。

【0017】前記浸漬工程の後に、該浸漬工程で使用した液体をろ過することにより、前記電極に担持した触媒の白金成分を回収する白金回収工程を備えた構成としてもよい(請求項9記載のもの)。

【0018】本発明の請求項10記載に燃料電池の電解質膜回収方法は、所定の締め付け圧力を加えた状態で電解質膜と電極との接合体を複数収容する燃料電池スタックから電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収方法であって、前記燃料電池スタック内でガスシールを確保できる範囲で前記締め付け圧力を弱める工程と、前記電極に反応ガスを送るガス流路の出口を開鎖する工程と、前記ガス流路の入口に、プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質と前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質とを兼ね備える液体を注入する工程と、前記ガス流路の出口を開放する工程とを備えたことを、要旨としている。

【0019】本発明の請求項11記載の燃料電池の電解質膜回収装置は、燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体から電解質膜を回収する燃料電池の電解質膜回収装置であって、前記プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質と前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質とを兼ね備える液体を貯え、該液体中に前記接合体を浸漬させる浸漬槽と、前記浸漬槽に浸漬させた後の前記接合体から前記電解質膜と電極とを分離させる分離手段とを備えたことを、要旨としている。

【0020】こうした燃料電池の電解質膜回収装置において、さらに、水を貯え、前記分離手段で分離した前記電解質膜を前記水中に浸漬させる水槽と、洗浄液を貯え、前記水槽に浸漬された後の前記電解質膜を前記洗浄液中に浸漬させる洗浄槽とを備えた構成とすることが好ましい(請求項12記載のもの)。

【0021】請求項13記載の燃料電池の電解質膜回収装置は、所定の性質を有する液体を収容する液槽を備え、燃料電池に設けられた電解質膜と電極との接合体を前記液槽に浸漬して、前記接合体から電解質膜を回収す

る燃料電池の電解質膜回収装置において、前記液槽は、配管を介して直列に接続された複数の槽から構成され、かつ、前記接合体を浸漬する順が最後になる槽に対して、前記液体の供給源が接続され、前記最後の槽で溢れた液体が前記浸漬する順が低い前の槽に順に流れ込むよう構成したことを、要旨としている。

【0022】

【作用】以上のように構成された請求項1記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、浸漬工程により、電解質膜と電極との接合体が所定の液体中に浸漬される。この所定の液体は、電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を有するものであることから、電解質膜は膨張して変形する。このため、接合体の電解質膜と電極との界面の接着力が弱くなり、電解質膜は電極から分離し易くなる。その分離し易くなった接合体は、続く分離工程により、電解質膜と電極とに容易に分離される。

【0023】なお、ここでは、前記膨張率の所定の大きさは、20[%]～70[%]、好ましくは、30[%]であることが望ましい。この膨張率以上の大さで電解質膜を膨張させることで、電解質膜は、電極との界面の接着力を弱めるのに充分な変形量を得ることが可能となる。

【0024】請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、プロトン導電性溶液を用いて接合した電解質膜と電極との接合体が、浸漬工程により所定の液体中に浸漬される。この所定の液体は、プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質を有するものであることから、接合体の電解質膜と電極との界面の接着力を弱める働きをする。このため、電解質膜は電極から分離し易くなる。その分離し易くなった接合体は、続く分離工程により、電解質膜と電極とに容易に分離される。

【0025】請求項3記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法にあって、前記液体が、さらに前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質を兼ね備えたものであることから、電解質膜を膨張して変形する作用と、プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる作用と共に奏することになる。このため、接合体の電解質膜と電極との界面の接着力をより一層弱めて、電解質膜が電極からより一層容易に分離される。

【0026】請求項4記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、分離工程で分離された電解質膜中に含まれる液体を、置換工程により水に置換し、さらに、洗浄工程により、電解質膜を洗浄する。従って、浸漬工程により電解質膜中に侵入した液体を電解質膜中から除去、洗浄することが可能となる。

【0027】請求項5記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、電極を電解質膜に対して、ねじる、反らす、すらす、または回すことにより、電解質膜と電極と

を簡単、かつ確実に分離することが可能となる。

【0028】請求項6記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、接合体、または接合体が浸漬された液体を振動させることにより、その液体が、接合体の電解質膜と電極の間に到達しやすくなる。これにより、電解質膜と電極との接合力の低下に要する時間を短縮することが可能となる。

【0029】請求項7記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、浸漬工程に先だって、接合体を乾燥工程により乾燥させていることから、浸漬工程で液体に浸漬したときの電解質膜の膨張量を大きくする。

【0030】請求項8記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、電解質膜に所定の波長域の光線を照射し、その透過した光線の強度を測定することにより、置換および洗浄が完全に完了したか否かを判定する。一般に、所定の波長域の光線は、液体の種類によりそれを通過したときの吸収量が相違することから、電解質膜に前記光線を照射することで、電解質膜中にどのような液体が含まれるかを判別することが可能となる。従って、置換および洗浄が完全に完了して、前記浸漬工程による液体は全く残留していないことを判別することが可能となる。

【0031】請求項9記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、浸漬工程で使用した液体をろ過することにより、電極に担持した触媒の白金成分を、白金回収工程により回収する。従って、これまでに説明してきた電解質膜のリサイクルと組み合わせて白金のリサイクルを行なうことが可能となる。

【0032】請求項10記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、ガスシールを確保できる範囲で燃料電池スタックの締め付け圧力を弱めて、その後、ガス流路の出口を閉鎖して、そのガス流路の入口に、プロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる性質と前記電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させる性質とを兼ね備える液体を注入し、その後、前記ガス流路の出口を開放して、その液体をスタックの外部に排出する。こうして、燃料電池スタックを分解するに際し、前記液体の作用により、電解質膜と電極とを分離し易い状態とする。また、燃料電池スタックの内部に前記液体を注入する前に、締め付け圧力をガスシールを確保できる範囲で弱めていることから、電解質膜と電極とを圧着する力を弱め40て、前記液体の電解質膜と電極との分離を促すとともに、前記注入した液体が漏れ出るのを防ぐ。

【0033】請求項11記載の燃料電池の電解質膜回収装置によれば、浸漬槽中の液体に電解質膜と電極との接合体を浸漬させることで、電解質膜は所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤し、また、電解質膜と電極とを接合するプロトン導電性溶液の硬化物は溶解する。このため、接合体の電解質膜と電極との界面の接着力が弱くなり、電解質膜は電極から分離し易くなる。その分離し易くなった接合体は、分離手段により、電解質膜と電極と

に容易に分離される。

【0034】請求項12記載の燃料電池の電解質膜回収装置によれば、分離手段により分離した電解質膜を水槽の水に浸漬させることにより、電解質膜中に含まれる液体を水に置換し、さらに、その電解質膜を洗浄槽の洗浄液に浸漬させることにより、電解質膜を洗浄する。従って、浸漬工程により電解質膜中に侵入した前記液体を電解質膜中から除去、洗浄することが可能となる。

【0035】請求項13記載の燃料電池の電解質膜回収装置によれば、接合体を浸漬する順が後方の液槽から前方の液槽に順に液体が移動する。接合体を液槽に浸漬すると、接合体の電解質膜に含まれる液体が前記液槽中の液体と置換されることから、一般に、前記液槽の液体濃度を低下させることになるが、この電解質膜回収装置によれば、液体の下流側の液槽から前記接合体の浸漬がなされることから、液体の上流側に当たる前記後方の液槽では、前記電解質膜中の液体との置換がほとんどなく、接合体の処理量によらず液体濃度をほぼ一定に保つことができる。

【0036】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。

【0037】まず、第1実施例の燃料電池の電解質膜回収方法を適用する固体高分子型燃料電池10の構成について先に説明する。ここでは、簡単なため固体高分子型燃料電池10が単電池（セルが一つのもの）から構成されているものとする。図1は、単電池から構成される固体高分子型燃料電池10の構造図、図2は、その固体高分子型燃料電池10の分解斜視図である。これら図に示すように、固体高分子型燃料電池（以下、単に燃料電池と呼ぶ）10は、電解質膜11と、この電解質膜11を両側から挟んでサンドイッチ構造とするガス拡散電極としてのカソード12およびアノード13と、このサンドイッチ構造（以下、接合体と呼ぶ）を両側から挟みつつカソード12およびアノード13とで材料ガスおよび燃料ガスの流路を形成するセパレータ14、15と、セパレータ14、15の外側に配置されカソード12およびアノード13の集電極となる集電板16、17とにより構成されている。

【0038】電解質膜11は、高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気導通性を示す。カソード12およびアノード13は、炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスにより形成されており、このカーボンクロスの表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金等を担持したカーボン粉が塗布されている。

【0039】こうした電解質膜11とカソード12およびアノード13とは次のようにして接合されている。カソード12の基材となるカーボンクロスの表面に、白金

または白金の合金を担持したカーボン粉を塗布し、電解質膜11とこのカーボンクロスの表面とを、プロトン導電性固体高分子溶液（例えば、米国Aldrich Chemical社から商品名Nafion Solutionとして販売されているもの）を用いて接合する。この結果、プロトン導電性固体高分子溶液が固化する過程で、いわば接着剤のような役目を果たしながら、前記カソード12は電解質膜11表面に固着される。なお、アノード13と電解質膜11との間も同様にして接合されている。ところで、このプロトン導電性固体高分子溶液は水も水素も、酸素も通過させて、たとえ、電解質膜11の表面が、プロトン導電性固体高分子溶液の硬化物で覆われたとしても支障ない。

【0040】白金を担持したカーボン粉は次のような方法で作成されている。塩化白金酸水溶液とチオ硫酸ナトリウムを混合して、亜硫酸白金錯体の水溶液を得る。この水溶液を攪拌しながら、過酸化水素水を滴下して、水溶液中にコロイド状の白金粒子を析出させる。次に担体となるカーボンブラック（例えばVulcan XC-72（米国のCABOT社の商標）やデンカブラック

（電気化学工業株式会社の商標）を添加しながら、攪拌し、カーボンブラックの表面にコロイド状の白金粒子を付着させる。次に溶液を吸引ろ過または加圧ろ過して白金粒子が付着したカーボンブラックを分離した後、脱イオン水（純水）で繰り返し洗浄した後、室温で完全に乾燥させる。次に、凝集したカーボンブラックを粉碎器で粉碎した後、水素還元雰囲気中で、250℃～350℃で2時間程度加熱することにより、カーボンブラック上の白金を還元するとともに、残留していた塩素を完全に除去して、白金を担持したカーボン粉が完成する。

【0041】セパレータ14、15は、ち密質のカーボンプレートにより形成されている。カソード12側のセパレータ14は、カソード12の表面とで材料ガスである酸素含有ガスの流路をなすと共にカソード12で生成する水の集水路をなす酸素含有ガス流路14Pを形成する。また、アノード13側のセパレータ15は、アノード13の表面とで燃料ガスである水素ガスと水蒸気との混合ガスの流路をなす水素ガス流路15Pを形成する。集電板16、17は、銅（Cu）により形成されてい

る。

【0042】以上説明したのが固体高分子型燃料電池10の基本的な構成である。次に、実際に用いられる固体高分子型燃料電池10について説明する。図3は、固体高分子型燃料電池10の実際の概略構造を示した構造図である。なお、図3中、図1、図2と同じ構成の部品に対しては図1、図2と同一の符号を付した。

【0043】図3に示すように、固体高分子型燃料電池10は、図1、図2で示した電解質膜11、カソード12およびアノード13からなる接合体20をセパレータ21で挟んで複数積層したものである。このセパレータ

21は、図1、図2で示した単電池のセパレータ14、15と同じ材料からなり、一方側の接合体20のカソード12の表面とで酸素含有ガス流路14Pを形成し、他方側の接合体20のアノード13側の表面とで水素ガス流路15Pを形成する。なお、図中、最も右側に位置する接合体20Rの外側には、酸素含有ガス流路14Pだけを形成するセパレータ14が配置され、最も左側に位置する接合体20Lの外側には、水素ガス流路15Pだけを形成するセパレータ15が配置されている。

【0044】さらに、固体高分子型燃料電池10は、これらセパレータ14、15の外側に配置される冷却水流路22、23と、冷却水流路22、23のさらに外側に配置される集電板16、17と、これら全体を両側から絶縁板24、25を介して挟むエンドプレート26、27とを備え、さらにエンドプレート26、27を外側から締め付けける締め付けボルト28とを備える。

【0045】以上のように構成された固体高分子型燃料電池10から電解質膜11を回収する電解質膜回収方法について、以下詳述する。なお、ここで説明するのは、固体高分子型燃料電池10から、締め付けボルト28を引き抜いて、セパレータ14、15、21、冷却水流路22、23、集電板16、17、絶縁板24、25、およびエンドプレート26、27を取り外した後の、残った電解質膜11、カソード12およびアノード13からなる接合体20から電解質膜11を回収する方法である。

【0046】図4は、その電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートであり、図5は、その電解質膜回収方法の工程に従う電解質膜11の状態の変遷を模式的に示す説明図である。図4のフローチャートに示すように、まず、固体高分子型燃料電池10の接合体20をメタノールの溶液に浸漬する浸漬工程を実行する（ステップS1）。具体的には、図5の（A）に示すように、メタノールで満たされた槽（浸漬槽）51を用意し、この浸漬槽51に接合体20を投入する。そして、接合体20を浸漬槽51の中に1分から10分ほど放置する。この結果、接合体20を充分にメタノールに浸漬させることができ、電解質膜11内の水（水分子）はメタノールに完全に置換される。

【0047】電解質膜11内の水がメタノールに置換されると、電解質膜11が膨張し、電解質膜11が変形し、さらには、電解質膜11とカソード12とを接合するプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物が溶解される。このため、接合体20の電解質膜11とカソード12との界面、および電解質膜11とアノード13との界面の接着力が弱くなり、電解質膜11がカソード12およびアノード13から分離し易くなる。なお、この浸漬工程においては、攪拌器52で浸漬槽51内のメタノールを攪拌する構成とすることが望ましい。浸漬槽51内を攪拌することで、より短時間で浸漬工程を完了させる

ことができる。

【0048】次いで、分解し易い状態にある接合体20を、電解質膜11、カソード12およびアノード13の各部に分離する分離工程を実行する(ステップS2)。具体的には、図5の(B)に示すように、浸漬槽51と同様にメタノールで満たされた次の槽(分離槽)53を用意し、接合体20を浸漬槽51からこの分離槽53に移して、その分離槽53内で電解質膜11、カソード12およびアノード13を互いに分離する作業を行なう。この分離の作業は、この実施例では次のようにして行なう。

【0049】図6に示すように、まず、接合体20を用意して(図6の-(a))、その接合体2-0のカソード12を、その一辺側から反らすような状態で引き剥がす(図6の(b))。続いて、アノード13を、その一辺側から反らすような状態で引き剥がす(図6の(c))。こうして、電解質膜11は、カソード12およびアノード13と分離された状態となる。この例では、カソード12、アノード13の順に引き剥しを行なっていたが、これに換えて、アノード13、カソード12の順に引き剥しを行なうようにしてもよい。

【0050】なお、この分離の作業では、前述したようにカソード12およびアノード13を電解質膜11から引き剥がす作業を行なっているのではあるが、その引き剥しに大きな力を必要とするものではない。ステップS1の浸漬工程により、電解質膜11、カソード12およびアノード13は充分に分離し易くなっているのであるが、実際は、ヘラ状の部品をカソード12およびアノード13の一辺に押し当てる等を行なうだけで簡単に剥がれてくる。

【0051】図4に戻り、ステップS2の分離工程を終えると、続いて、分離工程で分離した電解質膜11中に含まれるメタノールを水に置換する置換工程を実行する(ステップS3)。具体的には、図5の(C)に示すように、脱イオン水で満たされた槽(置換)55を用意し、分離した電解質膜11を分離槽53から置換槽55に移す。そして、その電解質膜11を置換槽55の中に1分から10分ほど放置する。この結果、電解質膜11を充分に脱イオン水に浸漬させることができ、電解質膜11内のメタノールは水に完全に置換される。なお、この置換工程においては、攪拌器56で置換槽55内の脱イオン水を攪拌する構成とすることが望ましい。置換槽55内を攪拌することで、電解質膜11内のメタノールの水への置換をより短時間で完了させることができる。

【0052】図4に戻り、ステップS3の置換工程を終えると、続いて、置換工程を終えた電解質膜11を洗浄する洗浄工程を実行する(ステップS4)。具体的には、図5の(D)に示すように、過酸化水素水で満たされた次の槽(洗浄槽)57を用意し、電解質膜11を置換槽55からこの洗浄槽57に移す。洗浄槽57の中で

は、電解質膜11は過酸化水素水で沸騰洗浄される。過酸化水素水での沸騰洗浄が終わったら、図示はしないが、電解質膜11を繰り返し脱イオン水で洗浄する。その後、洗浄の終わった電解質膜11は、室温で饱和水蒸気中の雰囲気の容器内で保管される。こうして、固体高分子型燃料電池10のスタックから電解質膜11を回収することができる。なお、洗浄槽57内では、攪拌器58により過酸化水素水を攪拌する構成とすることが望ましい。洗浄槽57内を攪拌することで、より短時間で過酸化水素水による沸騰洗浄を完了させることができる。

【0053】以上詳述した、この第1実施例の電解質膜回収方法に従って実際に回収した電解質膜11について、様々な試験を行なって、電解質膜11が劣化していないかを調べてみた。その調査結果は次のようなものである。

【0054】まず、回収した電解質膜11の表面を倍率10倍~100倍の実体顕微鏡で観察する試験を行なった。この観察結果によれば、電解質膜11の表面、裏面とも、この実施例の浸漬、分離、置換、洗浄のいずれかの工程に起因するような、傷やピンホールの発生は見られなかった。このことは、浸漬、分離、置換、洗浄の一連の工程において、電解質膜11に物理的な影響を与えることがないことを示しており、電解質膜11を良好な状態で回収することができることが確認できた。

【0055】次に、この回収した電解質膜11を用いて、再度、電解質膜11、カソード12およびアノード13からなる接合体20を作成した。この作成は、新品の電解質膜11を使う場合とまったく同じ条件で実施した。完成した接合体20は、電解質膜11とカソード12およびアノード13が充分な強度で接合されていて、セル抵抗も新品の電解質膜を用いて作成した場合と同じレベルであることが確認できた。また接合作業では、新品の電解質膜とまったく同じように接合作業を行なうことができた。

【0056】さらに、前記回収した電解質膜11を用いて作成した接合体20を実際の燃料電池として組み立てて、アノード、カソードにそれぞれ材料ガスを流して、電池特性を測定した。この測定した電池特性は、新品の電解質膜11を使用した場合と同じ電池特性が得られた。

【0057】これらのことから、この実施例に基づいて固体高分子型燃料電池の電解質膜とアノードおよびカソードとの接合体より電解質膜を回収し、この回収した電解質膜が再度、上記接合体の作成に使用できること、つまり、電解質膜のリサイクルが可能であることが確認できた。

【0058】以上詳述したように、この第1実施例の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、ステップS1の浸漬工程により、電解質膜11が膨張して変形し、さらには、電解質膜11とカソード12とを接合するプロトン

導電性固体高分子溶液の硬化物が溶解される。このため、接合体20の電解質膜11とカソード12との界面、および電解質膜11とアノード13との界面の接着力が弱くなり、電解質膜11がカソード12およびアノード13から分離し易くなる。したがって、固体高分子型燃料電池10に特別な構成手段を付加することなしに、固体高分子型燃料電池10から電解質膜11を容易に回収することができるといった優れた効果を奏する。

【0059】この実施例では、浸漬工程で接合体20を浸漬する溶液としてメタノールを用いていたが、メタノールを選定したのは次のような理由である。浸漬工程で用いいる液体は、電解質膜11を膨張させる能力が大きく（少なくとも、20[%]以上の膨張率で膨張させる能力が必要）、かつ、プロトン導電性固体高分子溶液の硬化物を溶解させる能力を有することが求められる。このような液体はメタノール（メチルアルコール）に限らず種々あり、例えば、エタノールやイソプロピルアルコールのようなアルコール系のものやアセトンなどのケトン系のものが該当するが、価格や廃棄法、再利用法を考えれば、液体の種類は自ずと限られてくる。

【0060】特にこの実施例では、置換工程において、水の中に、この液体が混入して来るため、液体の種類によっては、この水を廃棄できなくなるといった新たな問題が発生することになる。メタノールを用いれば、浸漬工程のメタノールと置換工程の水を混合することで、固体高分子型燃料電池10への燃料供給源であるメタノール改質器の反応用原料として使用することができる。このようなことを総合的に考えて、メタノールが好適であるとしてこれを用いた。勿論メタノールに必ずしも限るものではなく、前述したエタノールやイソプロピルアルコールのようなアルコール系のものやアセトンなどのケトン系のものを用いた構成としても可能である。

【0061】さらに、浸漬工程で用いる液体として、メタノールと水との混合液体を用いる方法もある。これによれば、メタノールと水との混合液体を使うことにより、浸漬工程の材料費を低減させることができること、置換工程でのメタノールから水への置換が容易になることの2点の効果が期待できる。しかしながら、水にはプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物を溶かす能力はなく、また膜を膨張させる能力もメタノールより弱い。このため、浸漬工程で電解質膜11とカソード12との接着力を充分に弱めることができず、その後の分離工程での分離が難しくなるということも危惧される。メタノールと水の比率を変えて、実験したところ、水の比率が大きくなるほど、分離工程での所要時間が長くなり、好ましくは、メタノールと水との比率を3:10の比率以上にメタノールを多くすることがよい。

【0062】また、前記第1実施例では、ステップS2の分離工程では、電極（カソード12またはアノード13）を反らすことによりその分離の作業を行なってい

たが、これに換えて、電極をねじるようにしてよく、また、ずらすようにしてもよい。さらには、電極を回すようにしてもよい。これら「ねじる」、「ずらす」または「回す」ことによる分離の作業について、次に詳しく説明する。

【0063】「ねじる」作業は次のようなものである。図7に示すように、まず、接合体20を横方向に配置する（図7の（a））。ここでは、カソード12を先に引き剥がすものとして、カソード12を下側に向けて配置する。次いで、電解質膜11の四隅の角を順に上側にめくり（図7の（b）および（c））、電解質膜11をねじるようにして接合体20からカソード12を引き剥がす（図7の（d））。続いて、残りの電解質膜11とアノード13との接合体を裏返して、アノード13を下側に向けて配置する（図7の（e））。次いで、電解質膜11の四隅の角を順に上側にめくり（図7の（f）および（g））、電解質膜11をねじるようにして電解質膜11からアノード13を引き剥がす（図7の（h））。なお、前記（d）と（h）の引き剥しは、電解質膜11をねじるようとするだけで、下側の電極は自重で剥がれ落ちる。こうして、接合体20は、電解質膜11とカソード12とアノード13の三つの部品に個別に分離される。

【0064】この例では、カソード12、アノード13の順に引き剥しを行なっていたが、これに換えて、アノード13、カソード12の順に引き剥しを行なうようにしてもよい。

【0065】「ずらす」作業は次のようなものである。図8に示すように、浸漬工程を経た接合体20について（図8の（a））、その接合体20の片方の電極であるカソード12（またはアノード13）と、もう一方の電極であるアノード13（またはカソード12）とをそれぞれクランプして、カソード12およびアノード13を確実に押された上で、次にカソード12とアノード13とが直線方向に互いに逆方向になるようにゆっくりとずらす（図8の（b）、（c））。こうして、接合体20は、電解質膜11とカソード12とアノード13の三つの部品に個別に分離される。

【0066】「回す」作業は次のようなものである。図9に示すように、浸漬工程を経た接合体20について（図9の（a））、その接合体20の片方の電極であるカソード12（またはアノード13）と、もう一方の電極であるアノード13（またはカソード12）とをそれぞれクランプして、カソード12およびアノード13を確実に押された上で、次にカソード12とアノード13とが円周方向に互いに逆方向になるようにゆっくりと回す（図9の（b）、（c））。こうして、接合体20は、電解質膜11とカソード12とアノード13の三つの部品に個別に分離される。

【0067】分離工程では、前述した「反らす」、「ね

じる」、「ずらす」または「回す」ことの何れかを用いて分離作業を行なっている。この第1実施例では、カソード12およびアノード13の電極基材としてカーボンクロスを用いていることから、前記「反らす」、「ねじる」、「ずらす」または「回す」ことによる何れでも行なうことが可能となっている。なぜなら、カーボンクロスには柔軟性があることから、「反らす」、「ねじる」と言った曲げることを行なってもカソード12およびアノード13は割れたりしないためである。これに対し
て、カソード12およびアノード13の電極基材として
カーボンペーパーを用いた構成の場合には、前述した「反らす」、「ねじる」ことによる分離作業は避けて、「ずらす」または「回す」ことにより分離作業を行なう構成としたほうがよい。カーボンペーパーには剛性があり、前述した「反らす」または「ねじる」といった作業を行なうと、カーボンペーパーが割れることから、これらの作業は避けている。

【0068】前述した図6で示した「反らす」ことによる分離の作業を行なう装置について、次に説明する。図10はその装置の概略正面図、図11はその装置の概略平面図である。両図に示すように、この装置は、接合体20を一方向（図中、x方向）に送る3組の搬送ローラ71、72、73と、その接合体20の進路に配置され、搬送ローラ71、72で送られてきた接合体20から電極（例えばアノード13）を剥離するスキージ75と、その剥離された電極を前記接合体20の進行方向とは相違する方向に送る1組の搬送ローラ77とを備える。なお、上記搬送ローラ71、72、73の各組は、接合体20の電解質膜11を両側から挟持または支持するものであり、図11に示すように、電解質膜11に接合されたアノード13は電解質膜11よりサイズが小さいことから、アノード13を挟持することはない。

【0069】搬送ローラ71、72、73により送られる接合体20は、スキージ75に当たる。その当たる接合体20の位置は電解質膜11とアノード13との界面であり、その接合体20は浸漬工程により既に分離しやすい状態となっていることから、接合体20の進行とともに、スキージ75によりアノード13は電解質膜11から剥がされる。こうして接合体20から電解質膜11を容易に分離することができる。

【0070】次に、電解質膜11を反らすことにより、電極を分離する作業を行なう装置について、次に説明する。図12はその装置の概略構成図である。両図に示すように、この装置は、3組の搬送ローラ81、82、83により、接合体20の進行方向を斜め下方向から斜め上方向に曲げるものである。この構成により、斜め下方向に進んでいた接合体20は、その曲げの位置から電解質膜11だけ斜め上方向に進み、アノード13は、そのまま下方向に剥がれ落ちる。こうして接合体20の搬送方向を曲げるようとするだけで、接合体20から電解質

膜11を容易に分離することができる。

【0071】前記第1実施例の別の態様について、さらに説明する。前記第1実施例では、電解質膜11と電極（カソード12およびアノード13）とをプロトン導電性固体高分子溶液を用いて接合していたが、これに換えて、次の①～③のうちのいずれかの方法で接合する構成としてもよい。

【0072】①電極の基材となるカーボンクロスの表面に、白金または白金の合金を担持したカーボン粉を塗布し、電解質膜とこの電極基材をホットプレスで一体化するもの。

②白金または白金の合金を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させてペースト化し、電解質膜の表面にスクリーン印刷法等の手法で塗布し、その後、電極基材とホットプレスで一体化するもの。

③電解質膜の表面に、スパッタ法、蒸着法、CVD法、PVD法などの薄膜形成法で白金を担持し、その後、電極基材とホットプレスで一体化するもの。

【0073】前記①の方法で作成した接合体から電解質膜を回収する場合、浸漬工程では、プロトン導電性固体高分子溶液の硬化物を溶解する能力に優れた液体を用いる構成としたほうがよい。一方、前記②、③の方法で作成した接合体から電解質膜を回収する場合、浸漬工程では、電解質膜11を膨張させる能力に優れた液体を用いる構成としたほうがよい。なお、いずれの場合にも、前記液体としてメタノールを用いた構成とすることで、要求される前記液体の能力を充分に満たすことができる。

【0074】本発明の第2実施例について、次に説明する。この第2実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例の燃料電池の電解質膜回収方法と同じ構成を備えた上で、さらに次のような構成を備えたものである。この第2実施例の燃料電池の電解質膜回収方法における浸漬工程では、第1実施例と同様に、浸漬槽51を用意し、この浸漬槽51に接合体20を投入するとともに、さらに、図13に示すように、浸漬槽51内に振動子90を設けている。振動子90は、超音波型の振動子で、浸漬槽51内のメタノールを振動させるものである。

【0075】第1実施例では、接合体20をメタノールに浸漬することにより、前述したように、接合体20の電解質膜11を膨張して変形させる作用と、接合体20の接合時に使用するプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物を溶解させる作用とによって、接合体20の電解質膜11とカソード12およびアノード13との間の接合力を低下させているが、こうした作用を効率よく発生させるには、電解質膜11とカソード12およびアノード13との間隙にメタノールを効率的に到達させる必要がある。

【0076】この第2実施例では、接合体20が浸漬されたメタノールを振動子90で振動させることにより、

メタノールが、接合体20の電解質膜11と電極の間に到達しやすくなる。これにより、電解質膜11とカソード12およびアノード13との接合力の低下に要する時間を短縮することができるとともに、後段の分離工程での電解質膜11の分離を一層容易なものにすることができる。

【0077】この第2実施例と第1実施例とにおいて、電解質膜11が分離するのに必要な浸漬時間を比較した

ところ、超音波振動を用いると半分以下の時間に短縮できることがわかった。また、接合体20の電極面積が大きいほど、超音波振動を用いる浸漬時間を短縮できる効果が大きいことがわかった。
10

【0078】なお、この第2実施例においては、超音波振動により、メタノールが揮発しやすくなるので、浸漬槽51の上部を蓋により覆って、メタノールの蒸気が飛散しないようにしたり、槽の上部に冷却管を配置して、メタノールの蒸気を凝結させて、メタノールの水滴とし、再び、浸漬槽51内に戻るようにさせることができ。また、一般的には、少量のメタノールで大量の接合体20を処理しようとすると、高い出力の超音波振動を加えなければならなくなる。
20

【0079】さらに、第2実施例では、振動子90を浸漬槽51内に設けていたが、これに換えて、分離槽53内に振動子90を設けた構成としてもよい。第1実施例における分離槽53は、内部に浸漬槽51と同様にメタノールが満たされていることから、分離槽53内のメタノールを振動子90により振動させることで、そのメタノールが、電解質膜11と電極との間に到達し易くなる。これによっても、電解質膜11とカソード12およびアノード13との接合力の低下に要する時間を短縮することができるとともに、後段の分離工程での電解質膜11の分離をより一層容易なものにすることができる。
30

【0080】また、前記第2実施例では、接合体20が浸漬されたメタノールを振動子90で振動させる構成としたが、これに換えて、接合体20を直接振動させる構成としてもよい。

【0081】本発明の第3実施例について、次に説明する。この第3実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例のそれと比較して、浸漬工程が2つの浸漬槽により達成されている点が相違し、その他の構成について同一である。
40

【0082】図14は、第3実施例における浸漬工程を実現する構成の概略構成図である。この図14に示すように、浸漬工程を実現する構成として2つの浸漬槽101、102を備えている。第1の浸漬槽101と第2の浸漬槽102とは連結パイプ103により接続されており、第2の浸漬槽102にはパイプ104を介して図示しないメタノール供給源に接続され、第1の浸漬槽101にはパイプ105を介してメタノールタンクに接続されている。メタノール供給源から供給されたメタノール
50

は、パイプ104を介して第2の浸漬槽102に先ず供給される。その後、その供給が続けられて第2の浸漬槽102をメタノールがオーバーフローすると、そのメタノールは、連結パイプ103を介して第1の浸漬槽101に供給される。その後、さらに第1の浸漬槽101からオーバーフローしたメタノールは、パイプ105を介してメタノールタンクに送られる。

【0083】電解質膜11、カソード12およびアノード13の接合体20は、第1の浸漬槽101、第2の浸漬槽102の順に浸漬され、その後、図示しない分離槽に搬送される。

【0084】以上のように構成されたこの第3実施例では、第1の浸漬槽101内に接合体20が搬送されると、その接合体20の電解質膜11中の水がメタノールに置換される。このために、第1の浸漬槽101内のメタノールの濃度が低下する。これに対して、第2の浸漬槽102内に接合体20が搬送されたときには、電解質膜11中の水は第1の浸漬槽101で既にメタノールに置換された後であることから、第2の浸漬槽102内への水の混入はほとんどない。従って、この第3実施例によれば、適量のメタノールを第2の浸漬槽102に供給していれば、第2の浸漬槽102のメタノール濃度を、接合体20の処理量によらず常に一定とすることができる。

【0085】浸漬工程における処理槽を一つとした第1実施例では、接合体20の処理量が多くなるに従い、浸漬槽51内のメタノール濃度は低下する。これに対して、分離工程での分離のしやすさを考えると、メタノール濃度は高い方が有利である。従って、第1実施例では、一定量の接合体20を処理する都度、浸漬槽51内のメタノールを交換しなければならなかった。これに対して、この第3実施例では、前述したように、第2の浸漬槽102のメタノール濃度を、接合体20の処理量によらず常に一定とすることから、浸漬槽内のメタノールの交換が不要となり、メンテナンスが容易になるといった効果を奏し、さらには、次段の分離工程での分離をより一層容易なものにすることができる。

【0086】なお、この第3実施例では、浸漬工程における浸漬槽を2つとしたが、これに換えて、浸漬槽を3つ以上としてもよい。要は、浸漬工程が複数の浸漬槽からなり、連続的に接合体20を処理するに当たり、メタノールの追加補給が、複数の槽の内、接合体20の搬送順の後ろの槽に対して行なわれ、その後ろの槽でオーバーフローしたメタノールが、前の槽に順に流れ込む構成とすればよい。これにより、複数の槽の内、後ろの槽のメタノール濃度を一定に保つことができる。

【0087】本発明の第4実施例について、次に説明する。この第4実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例のそれと比較して、置換工程が複数の置換槽により達成されている点が相違し、その他の構成

については同一である。

【0088】図15は、第4実施例における置換工程を実現する構成の概略構成図である。この図15に示すように、置換工程を実現する構成として2つの置換槽201、202を備えている。第1の置換槽201と第2の置換槽202とは連結パイプ203により接続されており、第2の置換槽202にはパイプ204を介して図示しない水供給源に接続され、第1の置換槽201にはパイプ205を介して水タンクに接続されている。水供給源から供給された脱イオン水は、パイプ204を介して第2の置換槽202に先ず供給される。その後、その供給が続けられて第2の置換槽202を脱イオン水がオーバーフローすると、その脱イオン水は、連結パイプ203を介して第1の置換槽201に供給される。その後、さらに第1の置換槽201からオーバーフローした脱イオン水は、パイプ205を介して水タンクに送られる。

【0089】電解質膜11、カソード12およびアノード13の接合体20は、第1の置換槽201、第2の置換槽202の順に送られ、その後、図示しない分離槽に搬送される。

【0090】以上のように構成されたこの第4実施例では、第1の置換槽201内に接合体20が搬送されると、その接合体20の電解質膜11中のメタノール（浸漬工程および分離工程で置換されたもの）が脱イオン水に置換される。このために、第1の置換槽201内の脱イオン水の濃度が低下する（つまりメタノールが混入する）。これに対して、第2の置換槽202内に接合体20が搬送されたときには、電解質膜11中のメタノールは第1の置換槽201で既に脱イオン水に置換された後であることから、第2の置換槽202内へのメタノールの混入はほとんどない。従って、この第4実施例によれば、適量の脱イオン水を第2の置換槽202に供給していれば、第2の置換槽202内の脱イオン水を、接合体20の処理量によらず常にメタノールの混入量の少ないものとすることができます。

【0091】置換工程における処理槽を一つとした第1実施例では、接合体20の処理量が多くなるに従い、置換槽55内の脱イオン水にはメタノールが多く混入する。これに対して、次段の洗浄工程での洗浄のしやすさを考えると、脱イオン水濃度は高い方が有利である。従って、第1実施例では、一定量の接合体20を処理する都度、置換槽55内の脱イオン水を交換しなければならなかった。これに対して、この第4実施例では、前述したように、第2の置換槽202内の脱イオン水を、接合体20の処理量によらず常にメタノールの混入量の少ないものとすることから、置換槽内の脱イオン水の交換が不要となり、メンテナンスが容易になるといった効果を奏し、さらには、次段の洗浄工程での洗浄を一層容易なものにすることができます。

【0092】なお、この第4実施例では、置換工程にお

ける置換槽を2つとしたが、これに換えて、置換槽を3つ以上としてもよい。要は、置換工程が複数の置換槽からなり、連続的に接合体20を処理するに当たり、脱イオン水の追加補給が、複数の槽の内、接合体20の搬送順の後ろの槽に対して行なわれ、その後ろの槽でオーバーフローした脱イオン水が、前の槽に順に流れ込む構成とすればよい。これにより、複数の槽の内、後ろの槽の脱イオン水をメタノールの混入しないものとすることができます。

【0093】なお、第3実施例および第4実施例では、浸漬槽および置換槽の内のいずれかを複数の槽から構成していたが、勿論、浸漬槽および置換槽をそれぞれ複数の槽から構成してもよい。

【0094】本発明の第5実施例について、次に説明する。この第5実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例のそれと比較して、図16に示すように、ステップS1の浸漬工程の前に、接合体20を予め乾燥する乾燥工程（ステップS0）を備えた点が相違し、その他の構成については同一である。

【0095】乾燥工程では、浸漬工程に投入する前の接合体20を乾燥室に搬送して、接合体20を80℃で1時間ほど加熱する処理を行なう。この結果、接合体20の内部の水分を完全に蒸発させることができる。このようにして予備乾燥させた接合体20はその後、第1実施例に従って浸漬工程に投入される。

【0096】この第5実施例では、接合体20を浸漬工程に投入する以前に予め乾燥させる構成としていることから、浸漬工程でメタノールに浸漬するときの電解質膜11の膨張量を大きくすることができる。第1実施例では、メタノールに浸したことによる、電解質膜11の変形と、電解質膜11と電極とを接合しているプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物の溶解といった作用に従って、電解質膜11と電極との接着力を弱めているが、この第5実施例では、電解質膜11の膨張量を大きくして変形量を大きくしていることから、電解質膜11と電極との接着力をより一層弱めることができる。従って、次段の分離工程における電解質膜11と電極との分離の作業を、より一層容易なものとすることができます。

【0097】この第5実施例では、さらに次のような効果を奏する。この第5実施例では、浸漬工程に投入される段階で、電解質膜11中の水分は既に蒸発してしまっているために、浸漬工程において電解質膜11中の水がメタノール中に混入して、浸漬槽内のメタノール濃度を低下するという問題も生じない。従って、浸漬工程におけるメタノールの交換頻度を少なくすることができる。

【0098】なお、上記乾燥工程における加熱は、真空中で加熱すれば、さらに低温で、短時間に乾燥させることができ。なお、乾燥温度を高くすれば、短時間で乾燥させることができが、電解質膜11が熱によって劣化する恐れがあるので、80℃程度、即ち、固体高

分子型燃料電池の運転温度程度の温度で乾燥させることが好ましい。

【0099】本発明の第6実施例について、次に説明する。この第6実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例のそれと比較して、図17に示すように、ステップS4の洗浄工程の後に、ステップS3の置換工程での置換およびステップS4の洗浄工程での洗浄が完全に完了したか否かを確認する確認工程（ステップS5）を備えた点が相違し、その他の構成については同一である。

【0100】確認工程では、電解質膜11に特定波長の光を照射して、その特定波長における吸収ピークの有無をもって、置換工程での置換および洗浄工程での洗浄が完全に完了したか否かを判定している。具体的には、図18に示すように、光源301からの光を分光器303

により、1050～1085cm⁻¹の波長の赤外線に分光して、その赤外線を電解質膜11に照射し、その透過光の強度を分光光度計305により計測する。そして、その計測値を、CPU、ROM、RAM等を備えたいわゆるマイクロコンピュータから構成される制御ユニット307に送り、その制御ユニット307で前記判定を行なう。

【0101】制御ユニット307における処理の内容は、詳しくは次のようなものである。図19のフローチャートに示すように、制御ユニット307のCPUは、まず、分光光度計305から前記透過光の光の強度Iを読み込んで（ステップS310）、その光の強度Iが予め定めた所定の強度I0以上であるか否かを判定する

（ステップS320）。その所定の強度I0は、膜中のメタノールがほとんど存在しない、即ち置換工程で膜中のメタノールがほぼ完全に水に置換された電解質膜11を試料とし、図18に示した同様の構成で透過光の光の強度を測定したときの値である。

【0102】メタノールは前記1050～1085cm⁻¹の波長の赤外線を吸収し、水はその波長の赤外線を吸収しないという性質を備えていることから、分光光度計305で計測される値は、電解質膜11中のメタノール濃度が大きくなると吸収分が大きくなり、小さな値となる。このため、ステップS320で、計測した光の強度Iがメタノールが存在しない場合の所定の強度I0以上であると判定された場合には、電解質膜11中のメタノールは全く存在しないとして、ステップS330に進む。

【0103】ステップS330では、「OK」、即ち、置換工程での置換および洗浄工程での洗浄が完全に完了したと判定する。一方、ステップS320で、計測した光の強度Iが所定の強度I0より小さいと判定された場合には、ステップS340に進み、「NG」、即ち、置換工程での置換および洗浄工程での洗浄はまだ完全に完了していないと判定する。ステップS330またはS3

40の実行後、処理を終了する。

【0104】なお、ステップS340で置換および洗浄が完全に完了していないと判定されたときには、電解質膜11を再び置換槽に戻し、再度メタノールから水への置換を行なう。このとき、置換槽の攪拌器の回転数を上げて、脱イオン水が攪拌されるようにしたり、あるいは置換槽に供給する新しい脱イオン水の水量を増大させたりするのが好ましい。

【0105】こうして構成された第6実施例では、置換工程での置換および洗浄工程での洗浄が完全に完了したか否かを確認することができることから、前記置換および洗浄を確実なものとすることができます。このため、使用済みの固体高分子型燃料電池10の接合体20から回収した電解質膜11を何の問題もなく再利用することができる。

【0106】なお、図18で示した構成は、制御ユニット307を除いて、洗浄槽内に配設した構成としてもよい。また、洗浄工程を経過後の電解質膜11を搬送ローラで搬送するその途中に配設する構成としてもよい。

【0107】本発明の第7実施例について、次に説明する。この第7実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の構成は、第1実施例のそれと比較して、図20に示すように、ステップS2の分離工程の後に白金回収工程（ステップS2a）を備えた点が相違し、その他の構成については同一である。

【0108】白金回収工程では、分離槽内のメタノールから白金担持済みのカーボン粉を回収している。具体的には、図21に示すように、分離槽53の外側に分離槽53から出て分離槽53に戻る循環路401を設け、その循環路401の途中にポンプ403とフィルタ405とを設けるように構成する。ポンプ403により、分離槽53内のメタノールを循環路401中で循環させて、フィルタ405により、分離槽53内のメタノール中に浮遊している上記カーボン粉を捕集することができる。

【0109】分離槽53内のメタノール中に白金担持済みのカーボン粉が浮遊しているのは次の理由による。分離工程およびその前の浸漬工程では、接合体20をメタノールに浸漬させて、電解質膜11と電極とを接合するプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物を溶解させているが、このプロトン導電性固体高分子溶液はこの部分だけではなく、白金担持済みのカーボン粉を電極に塗布する際にも用いられていることから、このカーボン粉の塗布用のプロトン導電性固体高分子溶液の硬化物も溶解させる。このため、電極から白金担持済みのカーボン粉が分離して、メタノール中に浮遊することになる。このカーボン粉は、前述したようにしてフィルタ405により捕集される。

【0110】前記フィルタ405により捕集された白金担持済みのカーボン粉は、電極と共に、白金のリサイクル工程に用いられることになる。従って、これまで説明

してきた本発明に係る電解質膜11のリサイクルと組み合わせることにより、固体高分子型燃料電池10をさらに低成本に提供することが可能になった。

【0111】なお、この第7実施例では、分離工程のすぐ直後に白金回収工程を設けた構成としたが、これに換えて、浸漬工程の直後としてもよい。浸漬工程でも接合体20は充分にメタノールに浸されていることから、メタノール中にはかなりの量の白金担持済みのカーボン粉が浮遊しているはずであることから、浸漬工程の後(分離工程の前)に白金回収工程を行なうことでも、かなりの量の白金を回収することできる。

【0112】なお、分離槽53内には、第2実施例で用いた振動子90を設けた構成としてもよい。振動子90による超音波振動により、接合体20の電極表面に塗布されていたカーボン粉を電極から分離し易くすることができる。

【0113】本発明の第8実施例について、次に説明する。これまで説明してきた第1ないし第7実施例では、固体高分子型燃料電池10のスタックを予め分解して、接合体20を取り出し、この接合体20から電解質膜11を回収する工程について述べてきた。これに対して、この第8実施例では、固体高分子型燃料電池10のスタックを分解する前の状態から電解質膜11を回収する工程について述べる。

【0114】図22は、この第8実施例の燃料電池の電解質膜回収方法を示すフローチャートである。この図22に示すように、まず、固体高分子型燃料電池10のスタックの締め付けボルト28(図3参照)を、ガスシールを確保できる最小の締め付け圧まで緩める作業を行なう(ステップS500)。一般に、固体高分子型燃料電池のスタックは、電池抵抗(端子間抵抗)が最小になるように締め付けボルト28の締め付け圧が定められており、多くの場合、この締め付け圧は、ガスシールを確保するための最小の締め付け圧よりも充分に大きい圧力である。ステップS500では、締め付けボルト28の締め付け圧力を、前記電池抵抗が最小になるような大きさから、そのガスシールを確保できる範囲の最小の大きさに低下させる作業である。

【0115】次いで、固体高分子型燃料電池10のスタックの水素ガス流路15P(図3参照)の出口および酸素含有ガス流路14P(図3参照)の出口を閉鎖する作業を行なう(ステップS510)。具体的には、両出口付近に設けられた開閉バルブを開める。

【0116】続いて、水素ガス流路15Pの入口および酸素含有ガス流路14Pの入口からメタノールをスタック内部に注入し(ステップS520)、その状態で、所定の時間、放置する(ステップS530)。こうして、スタック内部で浸漬工程を実現する。なお、ステップS520でメタノールを注入したときに、スタック内部に空気が残留しないように、ステップS510で水素ガス

流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を閉鎖する前に、水素ガス流路15Pの入口および酸素含有ガス流路14Pの入口からメタノールを徐々に注入し始め、水素ガス流路15Pおよび酸素含有ガス流路14Pから残留ガスが完全に放出されたのを見計らって、水素ガス流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を閉鎖する作業を行なうように構成してもよい。

【0117】また、スタックの内部に空気が残留しないようにする別の方法として、水素ガス流路15Pの入口と出口とをホースで接続し、また、酸素含有ガス流路14Pの入口と出口とをホースで接続して、これらホースによる循環路にメタノールを循環させるようにしてもよい。さらに、水素ガス流路15Pの出口と酸素含有ガス流路14Pの入口とをホースで接続し、また、酸素含有ガス流路14Pの出口と水素ガス流路15Pの入口とをホースで接続して、これらホースによる循環路にメタノールを循環させるようにしてもよい。

【0118】その後、水素ガス流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を開放する作業を行なう(ステップS540)。具体的には、両出口付近に設けられた開閉バルブを開ける。この結果、スタックの内部に注入されたメタノールを両出口から外部に排出することができる。なお、このとき、水素ガス流路15Pの入口および酸素含有ガス流路14Pの入口から空気をそれぞれ吹き込んで、スタック内部に残留していたメタノールを強制的に排出する工程を付け加えるようにしてもよい。

【0119】続いて、ステップS510と同様に、水素ガス流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を閉鎖する作業を行ない(ステップS550)、水素ガス流路15Pの入口および酸素含有ガス流路14Pの入口から脱イオン水をスタック内部に注入する(ステップS560)。なお、この時にも、メタノールを注入する際と同じように、脱イオン水を徐々に注入して、水素ガス流路15Pおよび酸素含有ガス流路14Pから残留メタノールが完全に放出されたのを見計らって、水素ガス流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を閉鎖するようにしてもよい。

【0120】その後、ステップS540と同様に、水素ガス流路15Pの出口および酸素含有ガス流路14Pの出口を開放する作業を行なう(ステップS570)。この結果、スタックの内部に注入された脱イオン水を両出口から外部に排出することができる。

【0121】続いて、水素ガス流路15Pの入口および酸素含有ガス流路14Pの入口から乾燥空気を流す作業を行なう(ステップS580)。この結果、スタックの内部を乾燥させることができる。その後、固体高分子型燃料電池10のスタックの締め付けボルト28を完全に緩めて、そのスタックを分解する(ステップS59)

0)。こうして、スタックから電解質膜11を回収する。

【0122】固体高分子型燃料電池10のスタックにおいては、電池抵抗を低くするために、セパレータ14とカソード12との間と、セパレータ15とアノード13との間の接触抵抗を減らすために、組み立て時に充分な力で締め付けられている。この締め付け圧力は、多くの場合、ガスシールを確保するための最少締め付け圧よりも大きい圧力となっており、このために、カソード12およびアノード13がセパレータ14、15に圧着されて張り付いてしまい、従来、そのスタックを分解するときに、一番強度の弱いパーツである電解質膜11が破れてしまう恐れがあった。
10

【0123】これに対して、この実施例では、締め付けボルト28を、スタックがガスシールを確保できる最小の締め付け圧まで一旦緩めて、その後、スタック内部にメタノールを注入することで、接合体20をスタックに組み込んだままで浸漬工程を施し、その後、スタックの締め付けボルト28を完全に緩めて、そのスタックを分解している。このために、スタックの分解時には、メタノールの作用により電解質膜11と電極とが分離し易い状態となっていることから、そのスタックの分解により、電解質膜11が損傷するようなことがない。なお、スタック内部にメタノールを注入する前に、締め付け圧をガスシールを確保できる最小の締め付け圧まで予め緩めているのは、メタノールの作用で電解質膜11と電極との接合力を弱めるにあたり、これらを圧着する締め付けボルト28による締め付け圧力を弱めることを目的とし、この弱める圧力は、メタノールを注入したときにメタノールが漏れない範囲を確保するものとなっている。
20

【0124】以上詳述したように、この第8実施例では、固体高分子型燃料電池10のスタック内部でそのまま浸漬工程を施すことができることから、電解質膜11の回収を容易に行なうことができる。しかも、前述したように、電解質膜11を損傷するがないことから、電解質膜11を良好な状態で回収することができる。

【0125】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。
40

【0126】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、浸漬工程により、電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させることができることから、接合体から電解質膜を容易に分離して回収することができるといった効果を奏する。

【0127】請求項2記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、浸漬工程により、電解質膜と電極とを接合するプロトン導電性溶液の硬化物を溶解させることができることから、請求項1記載の燃料電池の電解質膜回収方法
50

と同様に、接合体から電解質膜を容易に分離して回収することができるといった効果を奏する。

【0128】請求項3記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、浸漬工程により、電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させるとともに、電解質膜と電極とを接合するプロトン導電性溶液の硬化物を溶解させることができることから、より一層、接合体から電解質膜を容易に分離して回収することができるといった効果を奏する。

【0129】請求項4記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、浸漬工程により電解質膜中に侵入した液体を、置換工程および洗浄工程により電解質膜中から除去する。このため、電解質膜を再利用可能な状態で回収することができる。

【0130】請求項5記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、電極を電解質膜に対して、ねじる、反らす、ずらす、または回すことにより、電解質膜と電極とを簡単、かつ確実に分離することができる。このため、電解質膜の回収をさらに容易なものとすることができます。

【0131】請求項6記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、接合体、または接合体が浸漬された液体を振動させることにより、電解質膜と電極との接合力の低下に要する時間を短縮することができる。このため、電解質膜の回収をさらに容易なものとすることができます。

【0132】請求項7記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、浸漬工程に先だって、接合体を乾燥工程により乾燥させていることから、浸漬工程で液体に浸漬したときの電解質膜の膨張量を大きくすることができる。このため、浸漬工程による電解質膜と電極との接合力を弱める効果を高めて、分離工程における電解質膜と電極との分離の作業をさらに容易なものとすることができます。さらに、浸漬工程に投入される段階で、電解質膜中の水分は既に蒸発てしまっているために、浸漬工程において電解質膜中の水が液体中に混入して、浸漬槽内の液体濃度を低下するという問題も生じない。従って、浸漬工程における液体の交換頻度を少なくすることができる。

【0133】請求項8記載の燃料電池の電解質膜回収方法では、電解質膜に所定の波長域の光線を照射し、その透過した光線の強度を測定することにより、置換および洗浄が完全に完了したか否かを判定することができる。このため、置換および洗浄を確実なものとすることができます。

【0134】請求項9記載の燃料電池の電解質膜回収方法によれば、浸漬工程で使用した液体をろ過することにより、電極に担持した触媒の白金成分を回収することができる。従って、これまでに説明してきた電解質膜のリサイクルと組み合わせて白金のリサイクル行なうことができ、その結果、固体高分子型燃料電池をさらに低コストで提供することができる。

【0135】請求項10記載の燃料電池の電解質膜回収

方法では、燃料電池スタックの内部でそのまま浸漬工程を施していることから、電解質膜の回収を容易に行なうことができる。しかも、燃料電池スタックを分解する前に電解質膜と電極との接合を弱めていることから、燃料電池スタックの分解の際に電解質膜11を損傷することなく、電解質膜を良好な状態で回収することができる。

【0136】請求項11記載の燃料電池の電解質膜回収装置では、浸漬槽中の液体に接合体を浸漬することで、接合体の電解質膜を所定の大きさ以上の膨張率でもって膨潤させるとともに、電解質膜と電極とを接合するプロトン導電性溶液の硬化物を溶解させる。このため、接合体から電解質膜を容易に分離して回収することができる。

【0137】請求項12記載の燃料電池の電解質膜回収装置では、分離手段により分離した電解質膜を水槽の水に浸漬させて、その後、その電解質膜を洗浄槽の洗浄液に浸漬させることにより、浸漬槽で電解質膜中に侵入した液体を除去する。このため、電解質膜を再利用可能な状態で回収することができる。

【0138】請求項13記載の燃料電池の電解質膜回収装置では、接合体を浸漬する順が後方の液槽から前方の液槽に順に液体が移動することから、その後方の液槽では、前記電解質膜中の液体との置換がほとんどなく、接合体の処理量によらず液体濃度をほぼ一定に保つことができる。このため、液槽への浸漬の効果を確実なものとするとことができるとともに、液槽内の液体の交換が不要となり、メンテナンスが容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例としての燃料電池の電解質膜回収方法を適用する固体高分子型燃料電池10の単一セルの構造図である。

【図2】その固体高分子型燃料電池10の単一セルの分解斜視図である。

【図3】固体高分子型燃料電池10の実際の概略構造を示した構造図である。

【図4】その燃料電池の電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートである。

【図5】その電解質膜回収方法の工程に従う電解質膜11の状態の変遷を模式的に示す説明図である。

【図6】分離工程における分離の作業（「反らす」作業）を模式的に示す説明図である。

【図7】分離の作業の一種である「ねじる」作業を模式的に示す説明図である。

【図8】分離の作業の一種である「ずらす」作業を模式的に示す説明図である。

【図9】分離の作業の一種である「回す」作業を模式的に示す説明図である。

【図10】分離の作業を行なう装置の概略正面図である。

【図11】その装置の概略平面図である。

【図12】分離の作業を行なう他の装置の概略構成図である。

【図13】第2実施例における浸漬工程を実現する浸漬槽の概略構成図である。

【図14】第3実施例における浸漬工程を実現する構成の概略構成図である。

【図15】第4実施例における置換工程を実現する構成の概略構成図である。

【図16】第5実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートである。

【図17】第6実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートである。

【図18】その電解質膜回収方法における確認工程を実現する装置の概略構成図である。

【図19】その装置の制御ユニットで実行される処理を示すフローチャートである。

【図20】第7実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートである。

【図21】その電解質膜回収方法における白金回収工程を実現する装置の概略構成図である。

【図22】第8実施例の燃料電池の電解質膜回収方法の工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10…固体高分子型燃料電池

11…電解質膜

12…カソード

13…アノード

14, 15…セパレータ

14P…酸素含有ガス流路

15P…水素ガス流路

16, 17…集電板

20…接合体

21…セパレータ

22, 23…冷却水流路

24, 25…絶縁板

26, 27…エンドプレート

28…締め付けボルト

51…浸漬槽

52…攪拌器

53…分離槽

55…置換槽

56…攪拌器

57…洗浄槽

58…攪拌器

71, 72, 73, 77…搬送ローラ

75…スキージ

81, 82, 83…搬送ローラ

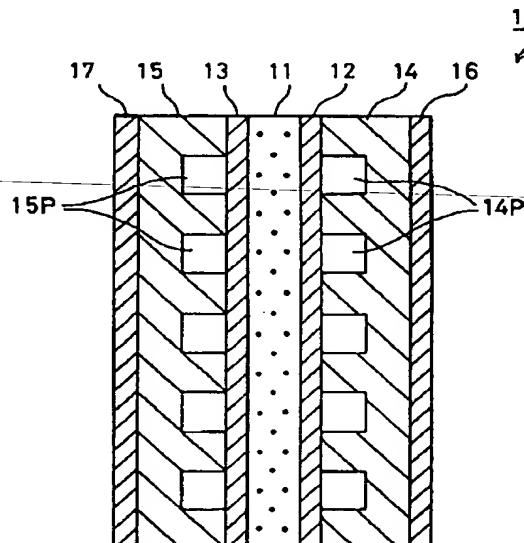
90…振動子

50 101…第1の浸漬槽

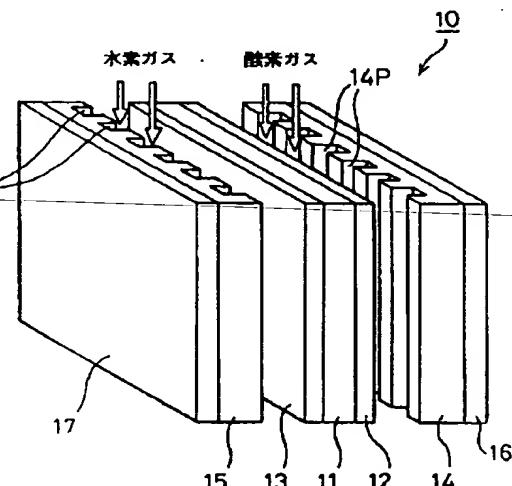
- 102…第2の浸漬槽
103…連結パイプ
104, 105…パイプ
201…第1の置換槽
202…第2の置換槽
203…連結パイプ
204, 205…パイプ

- * 301…光源
303…分光器
305…分光光度計
307…制御ユニット
401…循環路
403…ポンプ
* 405…フィルタ

【図1】

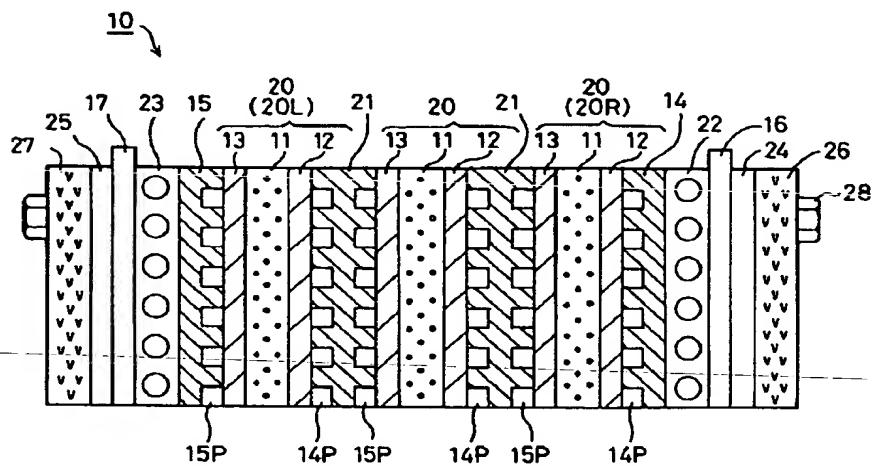


【図2】



【図4】

【図3】



スタート

S1 浸漬工程

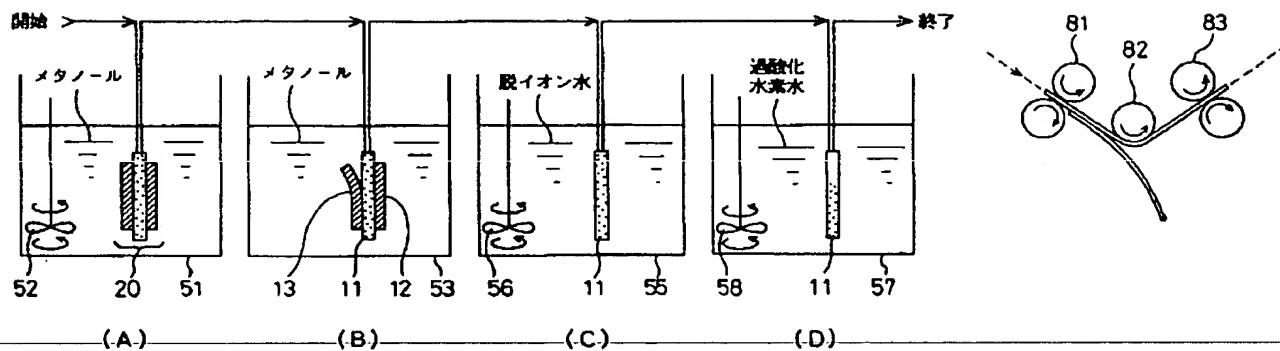
S2 分離工程

S3 置換工程

S4 洗浄工程

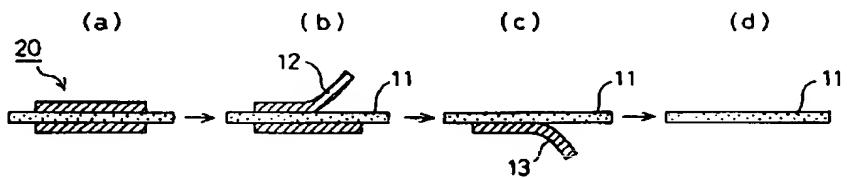
エンド

【図5】

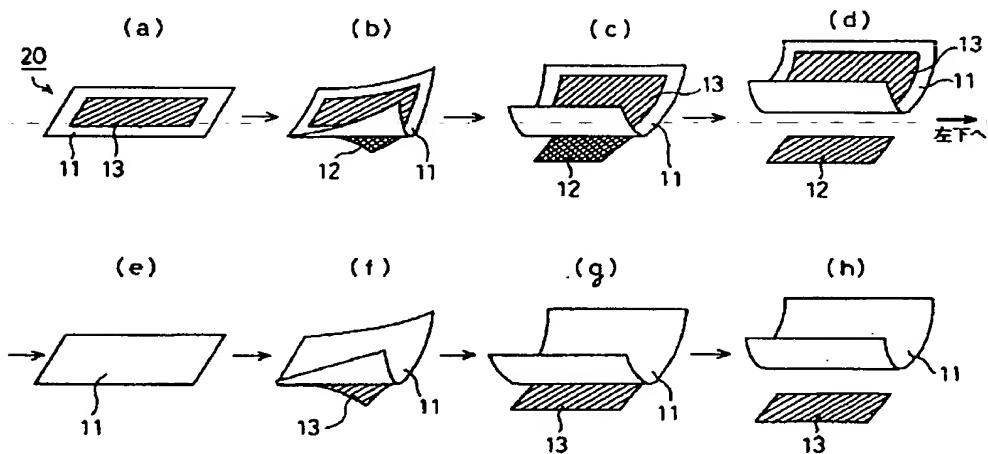


【図1.2】

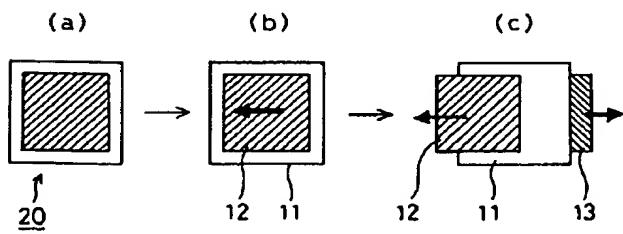
【図6】



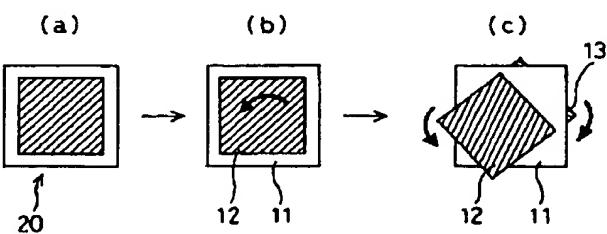
【図7】



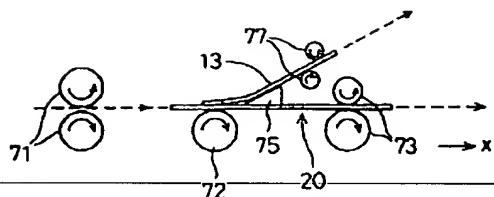
【図8】



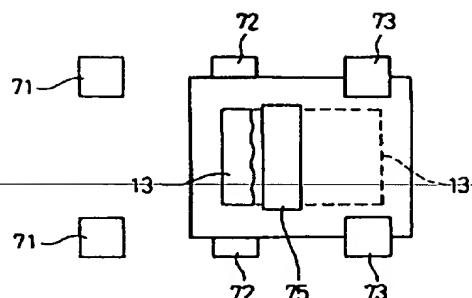
【図9】



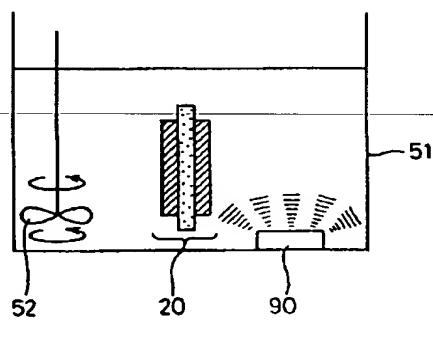
【図10】



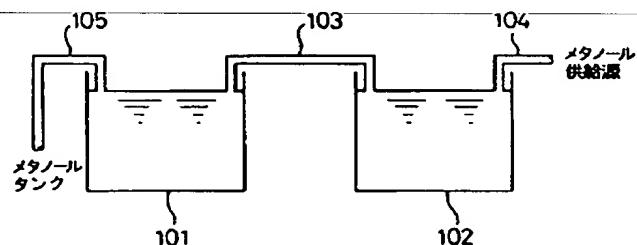
【図13】



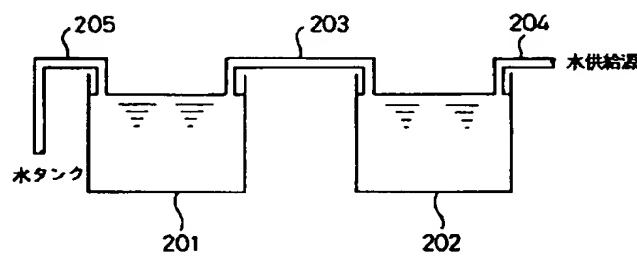
【図11】



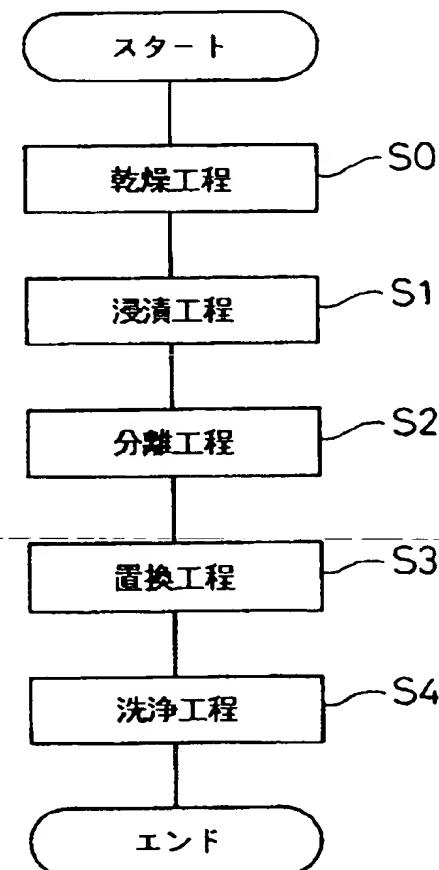
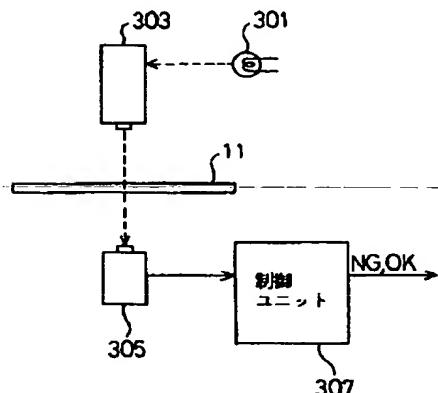
【図14】



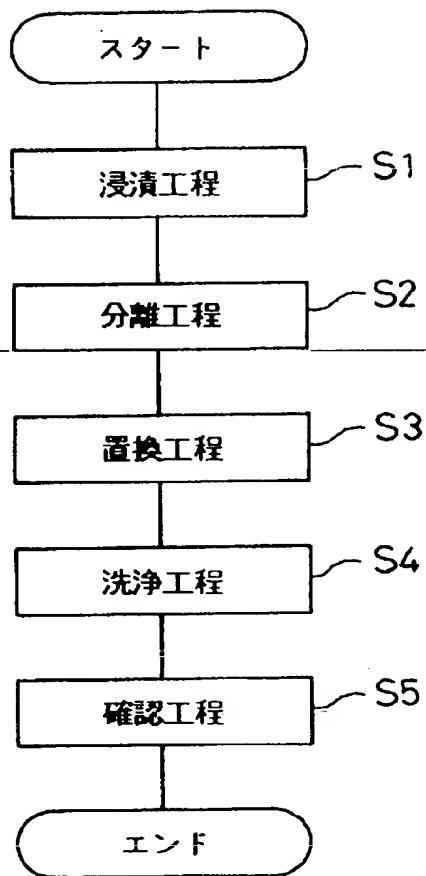
【図15】



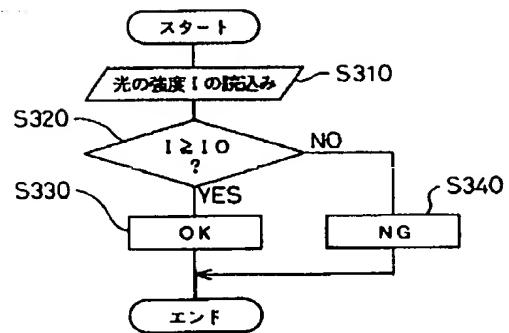
【図18】



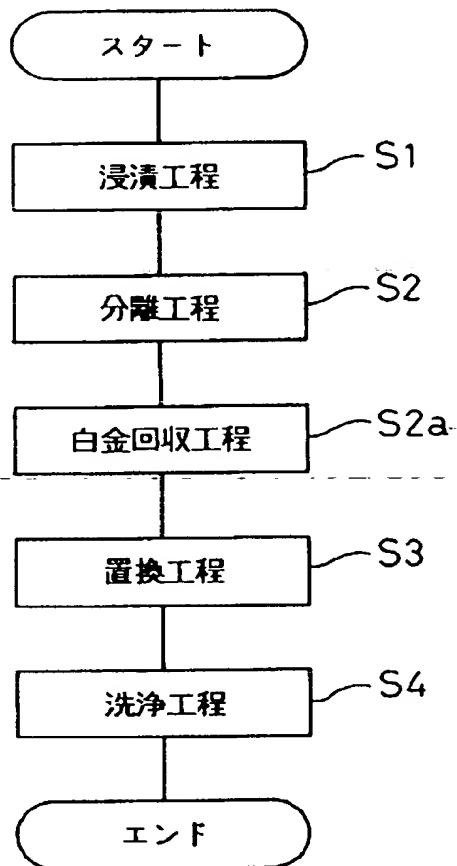
【図17】



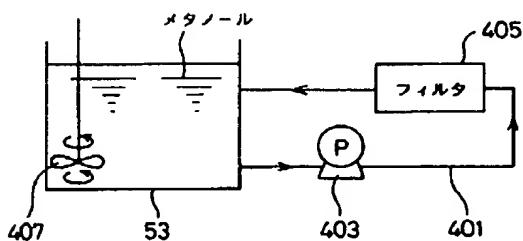
【図19】



【図20】



【図21】



【図22】

